



RECEIVED

MAR 02 2004

## APPENDIX A

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーム(参考)

G 0 1 N 22/00

G 0 1 N 22/00

S 3 E 0 8 2

W

X

Y

B 6 7 D 1/12

B 6 7 D 1/12

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平11-42684

(22) 出願日

平成11年2月22日(1999.2.22)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 内田 豊一

愛知県名古屋市中村区岩塚町字高道1番地

三菱重工業株式会社名古屋研究所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

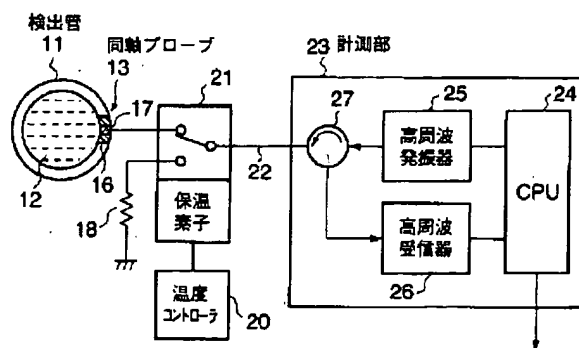
Fターム(参考) 3E082 AA02 BB02 CC03 DD09

(54) 【発明の名称】 液体濃度測定装置及び飲料充填用濃度制御装置

(57) 【要約】

【課題】耐蝕性及び耐振動性に優れ、高精度で高い信頼性が得られる液体濃度測定装置を提供することを目的とする。

【解決手段】内側に被測定液体12が流れる検出管11に単一の同軸プローブ13を取り付ける。計測に際しては、高周波発振器25からマイクロ波を出力し、サーキュレータ27、接続ケーブル22及び切替スイッチ21を介して同軸プローブ13の中心導体17に入力する。中心導体17に入力されたマイクロ波は、その先端から液体12に放射されると共に、一部が液体界面にて濃度に応じて反射され、切替スイッチ21、接続ケーブル22及びサーキュレータ27を介して高周波受信器26へ送られる。受信器26は、同軸プローブ13から送られてくる反射波の強度と位相を検出してCPU24に入力する。CPU24は、反射波の強度と位相に基づいて液体12の比誘電率を求め、液体濃度を算出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内側に被測定液体が流れる検出管と、この検出管に取り付けられ、中心導体と外部導体との間に絶縁体が設けられると共に少なくとも中心導体の先端が前記検出管内に挿入される単一の濃度検出器と、この濃度検出器の中心導体に接続ケーブルを介してマイクロ波を送出する高周波発振器と、前記濃度検出器の中心導体先端から液体界面での反射率に応じて反射されるマイクロ波を前記接続ケーブルを介して受信し、前記マイクロ波の反射強度及び位相を検出する高周波受信器と、この高周波受信器で検出されたマイクロ波の反射強度及び位相から被測定液体の比誘電率を算出し、この比誘電率から液体濃度を算出する演算手段とを具備したことを特徴とする液体濃度測定装置。

【請求項2】 請求項1記載の液体濃度測定装置において、前記検出管の近傍に、前記接続ケーブルを前記濃度検出器あるいはマイクロ波の反射基準端に切替える切替スイッチを設けると共に、この切替スイッチの温度を一定に保持する保温手段を設け、前記切替スイッチを切替えながら計測を行なって被測定液体に対する計測値を補正することを特徴とする液体濃度測定装置。

【請求項3】 高濃度の飲料と処理水とをそれぞれ流量調整弁を介して混合し、目標濃度の飲料に調整して容器に充填する飲料充填用濃度制御装置において、前記流量調整弁を介して混合した飲料の濃度を前記請求項1又は2記載の液体濃度測定装置にて測定し、その計測値に基づいて飲料濃度が目標濃度になるように前記流量調整弁の開度を制御することを特徴とする飲料充填用濃度制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、飲料充填機械等で充填する液体の濃度を検出する液体濃度測定装置及びこの液体濃度測定装置を利用して液体濃度を一定値に制御する飲料充填用濃度制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】飲料充填機械では、例えばガラスビン、PETボトル等の容器に飲料を充填する際、充填する飲料の濃度を液体濃度測定装置により計測し、その計測結果に基づいて適正濃度の飲料が容器に充填されるように濃度制御を行なっている。従来の液体濃度測定装置は、図10に示すように構成されている。

【0003】図10において、1は液体濃度を検出するための検出管で、その流路中に例えば飲料等の液体2が流れる。上記検出管1には、直径方向に流路に対して対称に、つまり、対向するように一對の電極3a、3bが取り付けられている。そして、上記電極3a、3b間に高周波印加回路4から100MHz以下の高周波を印加し、その時の交流インピーダンス変化を信号処理回路5で検出して濃度変換している。この場合、電極3a、3

b間に液体2が入った場合の時のキャパシタンスCは、液体2の誘電率を $\epsilon$ 、電極3a、3b間の間隔をdとすると、次式

$$C = \omega \epsilon / d$$

により求められる。交流インピーダンスが変化することは、キャパシタンスCが変化することであり、液体2の誘電率 $\epsilon$ が変化することを示している。従って、信号処理回路5で、キャパシタンスCを計測することにより、液体2の誘電率 $\epsilon$ を算出して液体濃度を求めることができる。

【0004】また、その他、従来の液体濃度測定装置として、特開平5-322879号公報、特開平10-142168号公報、特開平8-220024号公報等がある。上記特開平5-322879号公報は、密閉容器内の飲料中の糖度及び及びガス濃度同時測定装置であり、飲料液体中のガス濃度の測定には、容器剛性が密閉容器の内圧により決まる特性を利用して、また、飲料液体の濃度の測定には、超音波の伝播度特性を利用して、ガス濃度及び糖度を測定している。従って、飲料液体中のガス濃度の測定と飲料液体の糖度の測定とが密閉容器の開栓を必要とせずに行なうことができる。

【0005】上記特開平10-142168号公報は、被測定流体を伝播したマイクロ波と被測定流体を伝播しない信号との位相差を検出することにより、被測定流体の濃度を測定する濃度計に関するものである。すなわち、第1マイクロ波発振器から周波数 $f_1$ のマイクロ波を被測定流体に放射して受信アンテナで受信し、そのマイクロ波を第2マイクロ波発振器からの第2マイクロ波（周波数 $f_2$ ）と混合して $|f_1 - f_2|$ の低周波信号に変換し、更に、この低周波信号を波形成形回路で矩形波に変換した後、位相差演算回路に入力し、被測定流体を伝播しない信号と、上記波形成形回路からの矩形波信号との位相差を、基準発振器からの基準周波数の信号を用いて計数することにより、アナログ回路を少なくしてアナログ回路の特性に起因する誤差を少なくして精度を向上するようにしたものである。

【0006】上記特開平8-220024号公報は、半導体中に注入されたキャリアのライフタイム測定により半導体の製造工程中に起こる不純物汚染を検出し、汚染不純物の濃度を測定する半導体の汚染不純物濃度の測定方法及びその装置に関するものである。すなわち、マイクロ波が照射された半導体試料にレーザー光をパルス状に照射して半導体試料にキャリアを注入し、上記半導体試料から反射または透過したマイクロ波を検出し、その強度の時間的変化から上記キャリアのライフタイムを測定することにより半導体試料中の汚染不純物の濃度を検出する半導体の汚染不純物濃度の測定方法において、上記半導体試料の汚染不純物の状態を変化させるバイアス光を照射したときと、照射しないときのライフタイムをそれぞれ測定し、上記バイアス光を照射したときのライ

フタイムと、バイアス光を照射しないときのライフタイムとを比較することにより、上記半導体試料の汚染物濃度を検出するようにしたもので、半導体の欠陥等の影響を含まない汚染不純物の濃度をライフタイムの測定から検出することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】図10に示した従来の液体濃度測定装置は、電極3a、3bの間隔が測定精度に大きく影響するため、検出管1に電極3a、3bを高精度で埋め込む必要があり、高度の製造技術が必要とすると共にコスト高になるという問題がある。

【0008】また、特開平5-322879号公報、特開平10-142168号公報、特開平8-220024号公報に示される測定装置は、回路構成が非常に複雑になるという問題がある。

【0009】また、他の液体濃度測定装置として、従来、(1)光屈折率計、(2)導電率計、(3)超音波音速計、(4)質量流量計等がある。上記(1)の光屈折率計は、ガラス面と接する液体と反射率が、液体の濃度により変化することを利用して濃度を算出するものであるが、光を透過させるためにガラスを使用するので、そのガラスがアルカリ系の洗浄剤にて腐蝕されたり、汚れたりすることによって、反射率計測に誤差が生じる。

【0010】上記(2)の導電率計では、液体の導電率が濃度に依存するものがある。この場合、液体の導電率を計測すれば濃度計測が可能であるが、導電率の小さいものは計測できない。

【0011】上記(3)の超音波音速計は、液体の濃度により超音波音速が変化することを利用して、既知の定められた間隔の超音波の伝播距離を計測することにより、超音波音速を計測して濃度を求めるものであるが、液体によっては凸型や凹型の極大極小点を持つ場合があり、一意的に計測できない場合がある。

【0012】上記(4)の質量流量計は、液体の温度変化をコリオリ力の変化量で計測するものであるが、振動のある場所や隣接して設置すると、他の質量流量計内でコリオリ力を検出するために使用している振動が伝達され、誤差要因になる。

【0013】また、例えば飲料充填機械においては、洗浄工程に酸(次亜塩素酸ナトリウムや硝酸)、アルカリ(苛性ソーダ)、熱水(90~95℃)、スチーム(140℃)が使用され、耐蝕性と耐熱性が求められている。

【0014】本発明は上記の課題を解決するためになされたもので、耐蝕性及び耐振動性に優れ、高精度で高い信頼性が得られる液体濃度測定装置及び飲料充填用濃度制御装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、内側に被測定液体が流れる検出管と、この検出管に取り付けら

れ、中心導体と外部導体との間に絶縁体が設けられると共に少なくとも中心導体の先端が前記検出管内に挿入される単一の濃度検出器と、この濃度検出器の中心導体に接続ケーブルを介してマイクロ波を送出する高周波発振器と、前記濃度検出器の中心導体先端から液体界面での反射率に応じて反射されるマイクロ波を前記接続ケーブルを介して受信し、前記マイクロ波の反射強度及び位相を検出する高周波受信器と、この高周波受信器で検出されたマイクロ波の反射強度及び位相から被測定液体の比誘電率を算出し、この比誘電率から液体濃度を算出する演算手段とを具備したことを特徴とする。

【0016】第2の発明は、前記第1の発明である液体濃度測定装置において、検出管の近傍に、前記接続ケーブルを前記濃度検出器あるいはマイクロ波の反射基準端に切替える切替スイッチを設けると共に、この切替スイッチの温度を一定に保持する保温手段を設け、前記切替スイッチを切替えながら計測を行なって被測定液体に対する計測値を補正することを特徴とする。

【0017】第3の発明は、高濃度の飲料と処理水とをそれぞれ流量調整弁を介して混合し、目標濃度の飲料に調整して容器に充填する飲料充填用濃度制御装置において、前記流量調整弁を介して混合した飲料の濃度を前記請求項1又は2記載の液体濃度測定装置にて測定し、その計測値に基づいて飲料濃度が目標濃度になるように前記流量調整弁の開度を制御することを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

【0019】(第1実施形態)図1は、本発明の第1実施形態に係る液体濃度測定装置の構成図である。図1において、11は液体濃度を検出するための検出管11で、その流路中に例えば飲料等の液体12が流れる。上記検出管11には、濃度検出器である単一の同軸プローブ13が取り付けられる。上記同軸プローブ13としては、図2に示すような高周波同軸コネクタSMAが使用される。上記同軸プローブ13は、外導体14の外側に検出管11への取付基板15が設けられ、内側に中心誘電体16が設けられると共にその中心部に中心導体17が設けられる。上記中心誘電体16及び中心導体17は、検出管取付側に延長して設けられると共に、中心導体17の先端が中心誘電体16より突出している。上記中心誘電体16としては、例えばテフロン(商品名)またはセラミック等が用いられ、また、中心導体17としては、表面露出部が金メッキされた銅線または金線が用いられる。上記同軸プローブ13は、取付基板15が検出管11にネジ止め等により固定される。この場合、検出管11と中心誘電体16との間にOリングが介在され、また、金属部はハンダ付けや銀ロウ付けされて耐圧性を確保している。

【0020】そして、上記同軸プローブ13の中心導体

17は、2ポートの切替スイッチ21及び接続ケーブル22を介して計測部23に接続される。上記切替スイッチ21は、検出管11の近傍に設けられる。上記接続ケーブル22としては、例えば中心誘電体がテフロン（商品名）で、中心導体が銅のセミリジッドケーブルが使用される。また、上記切替スイッチ21は、一方のポートaが上記同軸プローブ13の中心導体17に接続され、他方のポートbが基準素子18を介して接地される。この基準素子18としては、例えば50Ωの抵抗が用いられる。上記基準素子18を接続した切替スイッチ21のポートbが測定の基準端となる。この基準端は、上記のように基準素子18を接続する他、開放端あるいは短絡端としても良い。

【0021】通常、上記切替スイッチ21や基準素子18は、温度特性を持っているので、例えばベルチェ素子やヒータ等の保温素子／ヒートシンク19、この保温素子／ヒートシンク19の温度をコントロールする温度コントローラ20を用いて切替スイッチ21及び基準素子18の温度を一定に保ち、温度特性の安定化を図っている。上記基準素子18、切替スイッチ21、保温素子／ヒートシンク19等は、断熱材により外部から断熱されている。

【0022】また、上記計測部23は、CPU（マイクロ・コンピュータ）24、例えば300MHz以上のマイクロ波を発生する高周波発振器25、上記同軸プローブ13からの信号を受信する高周波受信器26、上記高周波発振器25及び高周波受信器26を切替スイッチ21の可動接点cに方向を持たせて結合する結合器、例えばサーキュレータ27からなっている。

【0023】上記の構成において、検出管11内を流れる液体12の濃度を計測する場合、計測部23は、高周波発振器25から例えば300MHz以上のマイクロ波を出力する。このマイクロ波はサーキュレータ27、接続ケーブル22及び切替スイッチ21を介して同軸プローブ13の中心導体17に入力される。この中心導体17に入力されたマイクロ波は、その先端である開放端から検出管11内を流れる液体12に放射されると共に、その一部が液体界面にて濃度に応じて反射される。この反射波は、切替スイッチ21、接続ケーブル22及びサーキュレータ27を介して高周波受信器26へ送られる。高周波受信器26は、同軸プローブ13から送られてくる反射波の強度と位相を検出してCPU24に入力する。

【0024】CPU24は、高周波発振器25から出力したマイクロ波と、反射波の強度と位相を比較し、その比較結果に基づいて液体12の比誘電率を求め、この比誘電率から液体濃度を算出する。このCPU24により算出された液体濃度は、出力装置、例えば表示装置に出力されて表示される。

【0025】上記濃度計測に際し、同軸プローブ13か

らの反射波は、接続ケーブル22により減衰したり、位相が変化したりするので、切替スイッチ21により同軸プローブ13と基準素子18とを切替えて交互に計測することにより、反射波に対する計測値を補正する。すなわち、基準素子18側の反射率の相対変化量で液体12側の反射率を相対補正することにより、接続ケーブル22での変動量を補正することができる。

【0026】なお、上記切替スイッチ21は、手動操作により切替えても、あるいはCPU24から切替え信号を出力して自動的に切替えるようにしても良い。

【0027】上記同軸プローブ13に設けられた中心導体17の開放端における反射波強度と位相は、高周波領域の誘電率を表わす複素誘電率に依存している。複素誘電率の実部は、高周波の損失を表し、虚部は伝播を表わしている。以下、同軸プローブ13の開口面電磁界分布からの放射について説明する。例えばパラボラアンテナからの放射や導体板に開けられた穴による回折などのように、開口面（Aperture）上の電磁界分布が少なくとも近似的に与えられている場合が多い。本実施形態における同軸プローブ13の開放端面も、開口面上の電磁界分布を源としている放射電磁界として求めることができる。同軸プローブ13の開口面では、一部はそのまま放射され、残りは反射される。

【0028】すなわち、同軸プローブ13の開口面でのアドミッタンスに相当する $y_L$ を用いて、複素誘電率との関係式を与える。この関係式は、計測端面の放射端から電磁界を計算することにより得られる式である。通常、印加する高周波の周波数が30GHz以下では、

【0029】

【数1】

$$y_L = \epsilon_r^* + \xi \epsilon_r^{*2}$$

【0030】が実用式となる。この複素2次方程式を解くことにより比誘電率 $\epsilon^*$ が得られる。従って、開口面での電磁波の反射を計測すれば、比誘電率 $\epsilon^*$ を得ることが可能である。

【0031】また、1GHz以下の周波数では、第1項に比べ、第2項の係数 $\xi$ を無視できるので、

【0032】

【数2】

$$y_L = \epsilon_r^*$$

【0033】と更に簡単になり、アドミッタンスに相当する $y_L$ を求めるだけで比誘電率 $\epsilon^*$ を得ることが可能となる。ここで得た比誘電率 $\epsilon^*$ と液体12の濃度が相関関係を持っている。

【0034】また、例えば300MHz以上の水中の波長は、約33cm以下となり、検出管11の中でもその波長が問題ならなくなってくる。更に、上記のように300MHz以上の高周波を用いると、液体12中での減

率が高くなり、同軸プローブ13から液体12内へ放射された高周波が液体中で減衰し、検出管11の反対側の影響を受け難くなる。

【0035】上記のようにして同軸プローブ13から液体12にマイクロ波を放射し、その液体界面での反射波の強度と位相を高周波受信器26で受信して検出し、CPU24で高周波発振器25から出力されるマイクロ波と比較することにより、液体12の誘電率を求めて濃度を算出することができる。

【0036】マイクロ波領域の液体中での波長は数cmであり、光に比較して波長が長いので、微少なスケールの影響を受け難く、マイクロ波領域より長い波長帯に比べ液体濃度に対する感度が高い。基本的にはマイクロ波領域において、その伝搬は複素誘電率で表される定数に依存する。複素誘電率には誘電率と導電率、透磁率が含まれ、物性そのものを表わしている。その定数の測定方法には、(1)同軸プローブ法、(2)平行平板法、(3)同軸線路法、(4)Sパラメータ法、フリースペース法等がある。周波数が高く水溶液のように比較的誘電率の高いものに対しては(1)の同軸プローブ法が有利である。特に、この同軸プローブ法は、プローブ端面でのマイクロ波の反射率を計測すれば算出することができ、非常に簡便な方法である。

【0037】次に実際の測定結果について説明する。

〔溶液の反射率測定〕試験対象として、サッカロース（蔗糖）水溶液濃度、エタノール水溶液濃度、グリコールエーテル（GE）水溶液濃度での反射率を計測した。そして、この計測した反射率を元に比誘電率を算出する。水溶液にすると、元の水の導電率にその複素誘電率特性が大きく左右されるので、水は純粋製造装置（0.01  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）から採取したものを使用し、重量濃度で試料を作成した。それぞれの液種の各周波数で濃度毎の反射率と位相を図3、図4、図5に示す。

【0038】図3は、サッカロース水溶液を計測した時の反射率Rと位相Mを示したもので、(a)は0.3GHzの周波数、(b)は1GHzの周波数、(c)は6GHzの周波数を使用した場合のグラフである。図4は、エタノール水溶液を計測した時の反射率Rと位相Mを示したもので、6GHzの周波数を使用した場合のグラフである。図5は、グリコールエーテル（GE）水溶液を計測した時の反射率Rと位相Mを示したもので、6GHzの周波数を使用した場合のグラフである。

【0039】基本的には、濃度が濃くなると反射率は低下する。位相はプローブ長により基準が異なるので一概には云えないが、今回の実験では濃度が濃くなると位相が進む。反射率、位相どちらでも水溶液濃度と関連あるデータが得られた。感度や誤差は、誘電率の変化量や試料の温度安定度に依存するが、飲料充填機のように液温が条件によって異なるような場合には、実機で濃度との関係を把握することが望ましい。

【0040】〔誘電率の算出〕計測部23における計測値のキャリブレーション（補正調整）を行なった後、まず、同軸プローブ13のキャリブレーションを行なうために、同軸プローブ13にフランジを取り付け、OPEN（開放）とSHORT（短絡）での反射率を測定した後、基準誘電体に食塩水濃度を10wt%中の反射率を測定し、これらをキャリブレーション用データとした。このデータを基準にアセトン、サッカロース（蔗糖）水溶液の誘電率を算出した。図6(a)はアセトンの各周波数における比誘電率の算出結果を示し、図6(b)はサッカロース（蔗糖）水溶液濃度毎の温度と比誘電率との関係を示している。

【0041】アセトンの物性値から標準偏差で $\pm 0.0862$ の計測結果が得られ、また、濃度や温度に応じた比誘電率計測結果が得られた。なお、これらの結果と同軸プローブ13の材質上から、0~90℃までの計測が可能と思われる。

【0042】〔検出管内計測結果〕基準素子18として50 $\Omega$ ダミーロード補正を用い、ダミーロード側の反射率の変化量から計測対象側の反射率変動量を比例補正した。試験は、同軸プローブ13と計測部23との間の接続ケーブル22に対して途中で温度変化を与え、ケーブル内の伝搬条件を大きく変化させた。この時、基準とケーブル内の変動を比誘電率で0.34（=0.538%）以下に補正できた。図7は、上記接続ケーブル22の誤差補正結果を示している。

【0043】また、検出管11内の比誘電率計測を行なった。このとき同軸プローブ13から放射されたマイクロ波が検出管11内で反射され、受信量に重畳する。このため、マイクロ波の損失が小さい場合には補正曲線が必要である。蔗糖水溶液データのバラツキとしては、損失が大きい6GHzでは $\pm 0.419$ （=0.735%）、損失が小さい1GHzでは3.087（=4.3%）at25.4mmであった。図8は、検出管直径を変えた時の比誘電率の変化を示している。

【0044】上記のように計測値から比誘電率を算出する過程において、マイクロ波の損失（減衰）の大きい食塩水を基準試料とすることにより、図7及び図8に示した結果から明らかなように、

$$\sqrt{\{(0.538\%)^2 + (0.735\%)^2\}} = 0.938\%$$

の精度で比誘電率を計測することができた。

【0045】（第2実施形態）次に本発明の第2実施形態について説明する。この第2実施形態は、上記第1実施形態で示した液体濃度測定装置を利用して飲料充填装置の糖度を制御する場合について示したものである。

【0046】図9は、本発明の第2実施形態に係る飲料充填用濃度制御装置のシステム構成図である。なお、この第2実施形態では、炭酸水を容器に一定量充填する場合について示している。

【0047】図9において、31はシンプルスロップを

貯留するシロップタンクで、外部から供給される処理水及び砂糖をモータ32により攪拌し、均質なシロップシロップとしている。上記シロップタンク31に貯留されたシロップは、ポンプ33及びフィルタ34を介してミキシングタンク35a、35bへ送られる。また、このミキシングタンク35a、35bには、外部から異なる飲料原液及び処理水が供給される。上記ミキシングタンク35a、35bは、外部から供給される上記シロップ、原液及び処理水をモータ36a、36bによりミキシングし、例えば50%濃度(糖度)のシロップ混合液としている。

【0048】また、37は処理水をタンクに貯留して脱気する脱気装置(デュアレタ)で、この脱気装置37で脱気された処理水は、ポンプ38により処理水流量調整弁41を介して混合装置(ブレンダ)43へ送られる。更に、この混合装置43には、上記ミキシングタンク35a、35bに貯留されたシロップ混合液がポンプ39によりシロップ混合液流量調整弁42を介して供給される。上記混合装置43は、調整弁41、42を介して送られてくる処理水とシロップ混合液とを混合し、所定の濃度の飲料とする。この飲料の濃度は、詳細を後述するように調整弁41、42の開度によって調整される。上記混合装置43によって混合された飲料は、ポンプ44により第1実施形態で示した検出管11及び同軸プローブ13からなる濃度検出器及び冷却器45を介して混合装置(カーボネータ)46へ送られる。この混合装置46は、上記濃度調整された飲料に炭酸ガス(CO<sub>2</sub>)を混合する。この炭酸ガスが混合された飲料は、ポンプ47によりフィラ48へ送られる。このフィラ48では、複数の充填バルブ49が一定間隔を保って円状に配設されており、順次回転しながら上記飲料を容器50に充填する。この容器50に充填される飲料の流量は、流量計(図示せず)で計測され、設定流量に達したときに流量計からの信号により充填バルブ49が閉じるようになっている。

【0049】そして、上記検出管11の同軸プローブ13による検出信号は、接続ケーブル22を介して計測部23へ送られる。この計測部23は、同軸プローブ13から出力される検出信号に基づいて濃度 $\rho$ を計算し、制御装置51へ入力する。この制御装置51は、偏差量演算部52と操作量演算部53からなり、主制御部(図示せず)目標の濃度値 $\rho_s$ (wt%W)が偏差量演算部52に与えられる。

【0050】上記偏差量演算部52は、目標の濃度値 $\rho_s$ から計測濃度 $\rho$ を減算して偏差量 $e$ を求め、その偏差量 $e$ を操作量演算部53に入力する。この操作量演算部53は、上記偏差量 $e$ に基づいて調整弁41、42に対する操作量 $v_1$ 、 $v_2$ を算出し、処理水流量調整弁41に操作量 $v_1$ 、シロップ混合液流量調整弁42に操作量 $v_2$ を出力する。この場合、上記操作量演算部53は、

偏差量演算部52にて算出される偏差量 $e$ が零に近付くように操作量 $v_1$ 、 $v_2$ を算出する。

【0051】上記操作量演算部53から出力される操作量 $v_1$ により処理水流量調整弁41の開度が制御されて処理水流量 $q_1$ が調整され、操作量 $v_2$ によりシロップ混合液流量調整弁42の開度が制御されてシロップ混合液流量 $q_2$ が調整される。この場合、処理水流量 $q_1$ とシロップ混合液流量 $q_2$ とを加算した供給液流量 $q$ ( $q = q_1 + q_2$ )は、常に一定(運転条件として与えられた条件)になるように処理水流量調整弁41とシロップ混合液流量調整弁42の開度が制御される。

【0052】上記のようにして容器49に充填される飲料の濃度、すなわち、この例では飲料の糖度を常に目標の糖度となるように制御することができる。従って、常に一定品質の飲料を容器49に充填することができる。

【0053】

【発明の効果】以上詳記したように本発明によれば、検出管に単一の同軸プローブを取り付け、高周波発振器からマイクロ波を出力して同軸プローブに入力し、検出管内の被測定液体から反射されるマイクロ波を高周波受信器で受信して強度及び位相を検出し、それに基づいて液体の比誘電率を求めて液体濃度を算出するようにしたので、構成を非常に簡易化できると共に高精度の計測が可能となる。また、本発明は、検出管の近傍において、接続ケーブルを同軸プローブ濃度検出器あるいはマイクロ波の反射基準端に切替える切替スイッチを設けると共に、この切替スイッチの温度を一定に保持する保温手段を設け、前記切替スイッチを切替えながら計測を行なう被測定液体に対する計測値を補正するようにしたので、接続ケーブルによる影響を除いて反射マイクロ波の強度や位相を高精度で計測することができる。

【0054】更に本発明は、高濃度の飲料と処理水とをそれぞれ流量調整弁を介して混合し、目標濃度の飲料に調整して容器に充填する飲料充填用濃度制御装置において、前記流量調整弁を介して混合した飲料の濃度を前記マイクロ波を利用した液体濃度測定装置にて測定し、その計測値に基づいて飲料濃度が目標濃度になるように前記流量調整弁の開度を制御するようにしたので、容器に充填される飲料の濃度を常に目標の糖度となるように制御することができる。このため常に一定品質の飲料を容器に充填することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る液体濃度測定装置の構成図。

【図2】同実施形態における同軸プローブを取出して示す図。

【図3】同実施形態におけるサッカロース水溶液を計測した時の反射率 $R$ と位相 $M$ を示し、(a)は0.3GHzの周波数、(b)は1GHzの周波数、(c)は6GHzの周波数を使用した場合のグラフ。

【図4】エタノール水溶液を計測した時の反射率Rと位相Mを示すグラフ。

【図5】グリコールエーテル（GE）水溶液を計測した時の反射率Rと位相Mを示すグラフ。

【図6】(a) はアセトンの各周波数における比誘電率の算出結果を示す図、(b) はサッカロース（蔗糖）水溶液濃度毎の温度と比誘電率との関係を示す図。

【図7】接続ケーブルの誤差補正結果を示す図。

【図8】検出管直径を変えた時の比誘電率の変化を示す図。

【図9】本発明の第2実施形態に係る飲料充填用濃度制御装置のシステム構成図。

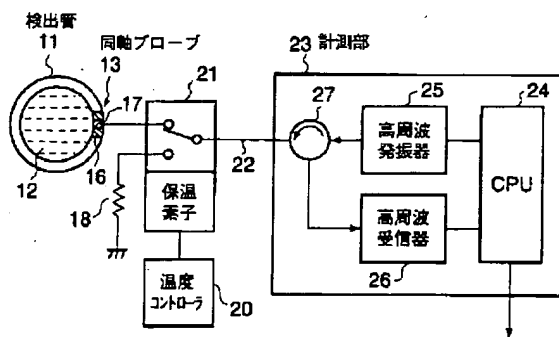
【図10】従来の液体濃度測定装置を示す構成図。

【符号の説明】

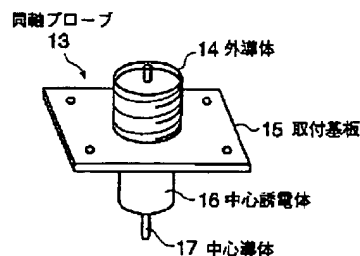
- 11 検出管
- 12 被測定液体
- 13 同軸プローブ
- 14 外導体
- 15 取付基板
- 16 中心誘電体
- 17 中心導体
- 18 基準素子
- 19 保温素子/ヒートシンク
- 20 温度コントローラ

- 21 切替スイッチ
- 22 接続ケーブル
- 23 計測部
- 24 CPU
- 25 高周波発振器
- 26 高周波受信器
- 27 サーキュレータ
- 31 シロップタンク
- 34 フィルタ
- 35 a. 35 b ミキシングタンク
- 37 脱気装置
- 41 処理水流量調整弁
- 41. 42 調整弁
- 42 シロップ混合液流量調整弁
- 43 混合装置
- 45 冷却器
- 46 混合装置
- 48 フィラ
- 49 充填バルブ
- 50 容器
- 51 制御装置
- 52 偏差量演算部
- 53 操作量演算部

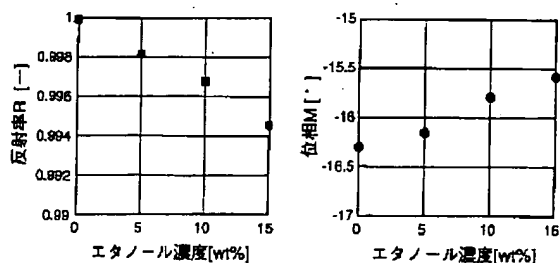
【図1】



【図2】

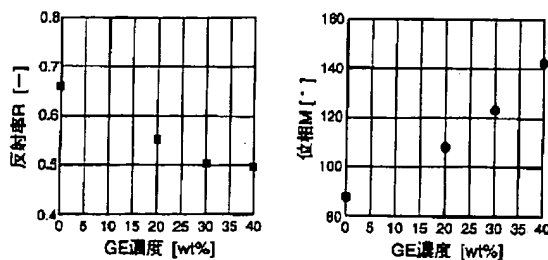


【図4】



19%水溶液を計測した時に反射率と位相

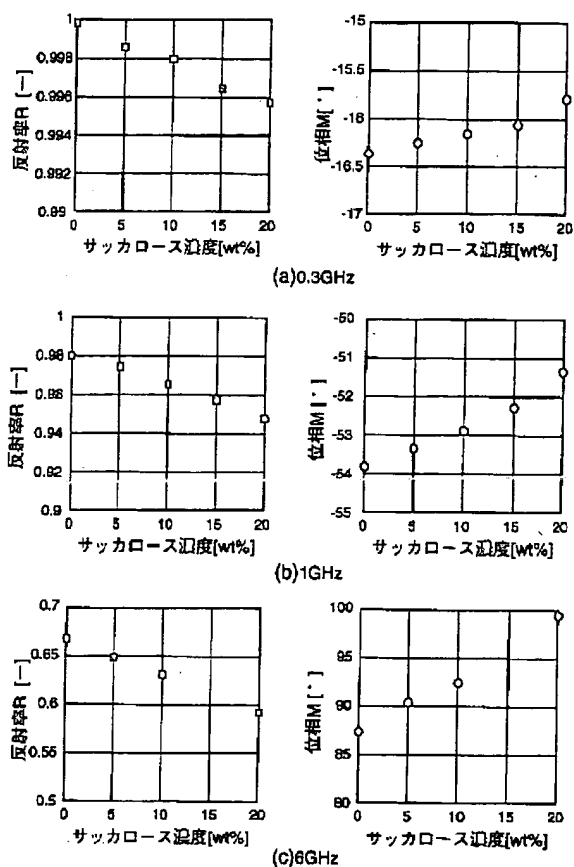
【図5】



GE水溶液を計測した時の反射率と位相

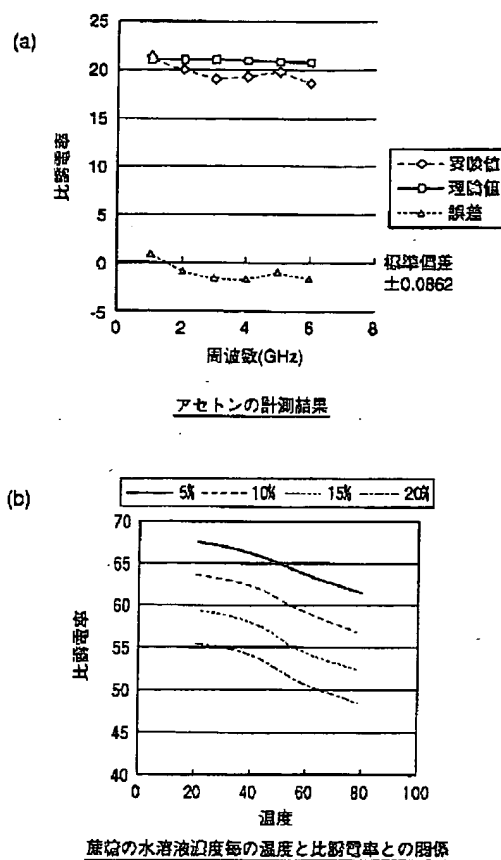


【図3】

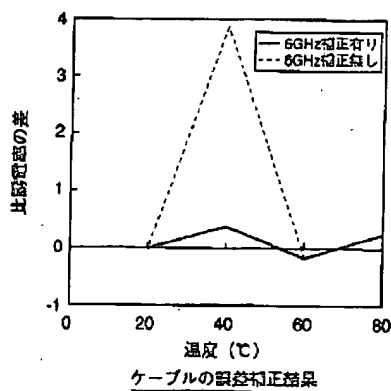


サッカロース水溶液を計測した時の反射率と位相

【図6】

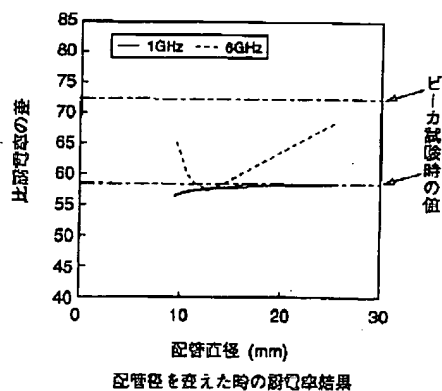


【図7】



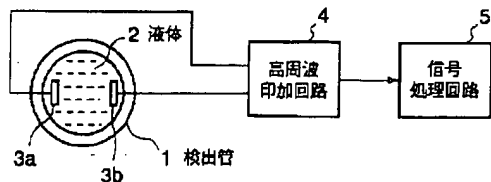
ケーブルの誤差補正結果

【図8】



配管径を変えた時の誘電率結果

【図10】



【図9】

